

VU Research Portal

De echte prijs van vlees

van Drunen, M.A.; van Beukering, P.J.H.; Aiking, H.

2010

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

van Drunen, M. A., van Beukering, P. J. H., & Aiking, H. (2010). *De echte prijs van vlees*. (IVM Report; No. W-10/02). Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

De echte prijs van vlees

Michiel van Drunen, Pieter van Beukering, Harry Aiking

Rapport W10/02a

27 april 2010

IVM

Instituut voor Milieuvraagstukken
Vrije Universiteit
De Boelelaan 1087
1081 HV Amsterdam

Tel. 020-5989 555

Fax. 020-5989 553

E-mail: info@ivm.falw.vu.nl

Copyright © 2010, Instituut voor Milieuvraagstukken

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de houder van het auteursrecht.

Inhoud

1. Introductie	1
2. Werkwijze	2
3. Opwarming van de Aarde	4
3.1 Inleiding	4
3.2 Kwantificering	4
3.3 Waardering	5
4. Dierenwelzijn	7
4.1 Inleiding	7
4.2 Kwantificering	7
4.3 Waardering	8
5. Biodiversiteit	10
5.1 Inleiding	10
5.2 Kwantificering	10
5.3 Waardering	11
6. Dierziektes	13
6.1 Inleiding	13
6.2 Kwantificering	13
6.2.1 Influenza (griep)	13
6.2.2 Antibiotica resistentie	14
6.3 Waardering	14
7. Subsidies	16
8. Conclusies en discussie	17
Referenties	19

1. Introductie

In de prijs die consumenten betalen voor vlees zijn lang niet alle kosten verwerkt die ontstaan in de hele keten van veevoer tot aan het vlees in het schap. Deze externe kosten omvatten bijvoorbeeld milieuschade door ontbossing voor sojateelt of rundveehouderij, gevolgen van het broeikaseffect veroorzaakt door methaanemissies door runderen, natuurschade door emissies tijdens transport, en leed ontstaan door het houden en transport van dieren. Verder zijn er in de vleesketen in sommige gevallen subsidies, zoals slachtpremies, waardoor de consumentenprijs wordt verlaagd.

Het doel van dit onderzoek is het maken van een schatting van de ‘werkelijke’ prijs van varkensvlees. Met ‘werkelijk’ bedoelen wij de prijs die zou worden betaald als er geen subsidies worden verleend en als de externe kosten worden geïnternaliseerd. Hierbij hebben we gekeken naar zowel conventionele vleesproductie als biologische vleesproductie. We hebben gekozen voor varkensvlees vanwege de homogeniteit van de varkenssector en zijn relatieve economische belang in Nederland ten opzichte van de rundvleessector. Het gaat hier om een verkennende studie die is gedaan in opdracht van de Nicolaas G. Pierson Foundation.

2. Werkwijze

Er zijn talloze manieren om vlees te produceren, zowel biologisch als conventioneel. Omdat het onmogelijk is om al deze manieren in kaart te brengen in een verkennende studie hebben we in deze studie ervoor gekozen voor een ‘gemiddeld’ product te kiezen (een kilo varkensvlees) en daarmee samenhangende typische productiewijzen (biologisch en conventioneel). We kijken specifiek naar productiewijzen van producten die worden aangeboden op de Nederlandse markt. Daarna kunnen we de hele productieketen in kaart brengen: diervoederproductie, het houden van de dieren, transport, slacht, koe-ling etc.

In deze studie passen we de *impact pathway approach* (Friedrich et al., 1998) toe. Deze methode omvat drie stappen:

1. Een inventarisatie van alle mogelijke effecten die aanleiding kunnen geven tot externaliteiten;
2. Het kwantificeren van deze effecten;
3. Het waarderen van deze effecten.

In de praktijk blijkt meestal dat niet alle effecten kunnen worden gekwantificeerd en dat niet alle gekwantificeerde effecten kunnen worden gemonetariseerd. Deze worden uiteraard wel expliciet genoemd bij de presentatie van de externe kosten.

In deze studie hebben we volgende effecten onderzocht:

- Klimaatverandering
- Dierenwelzijn
- Biodiversiteit
- Dierziektes

In de *impact pathway approach* worden subsidies beschouwd als maatschappelijke kosten: ze maken daarom deel uit van de ‘maatschappelijke kosten’:

$$\text{Maatschappelijke kosten} = \text{marktprijs} + \text{externaliteiten} + \text{subsidies}$$

Hier zijn externaliteiten kosten voor maatschappelijke actoren door onbedoelde nevenverschijnselen van een economische activiteit. Een klassiek voorbeeld van een externaliteit is de verminderde oogst van een boer doordat zijn irrigatiewater uit de rivier is verontreinigd door een fabriek die bovenstrooms afvalwater loost. Externe kosten zijn per definitie niet opgenomen in de marktprijs van een product. Milieueconomen hebben verschillende methoden ontwikkeld om externaliteiten vast te stellen. Om de omvang van dit rapport beperkt te houden staan zijn deze methoden hier niet beschreven; een helder geschreven overzicht voor niet-economen in het Nederlands is gemaakt door het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie in Vlaanderen (LNE, 2007).

Bij economische waarderingsstudies, zoals deze, worden alleen waardes voor mensen meegenomen. Dit kunnen gebruikerswaarden zijn (zoals recreatieve waarden of gebruik van schoon water), maar ook *non-use* of niet-gebruikswaarden (zoals bestaanswaarden¹) (LNE, 2007). Intrinsieke waarden, dus waarden die er ook zouden zijn als er geen mensen waren om die te appreciëren, worden buiten beschouwing gelaten.

De effecten en de waardering van de effecten zijn in dit onderzoek berekend aan de hand van literatuurgegevens. We zijn dus niet het veld in geweest om effecten te kwantificeren of de externaliteiten vast te stellen.

¹ Bijvoorbeeld het weten dat er walvissen bestaan.

3. Opwarming van de Aarde

3.1 Inleiding

De FAO berekende in 2006 dat de mondiale vleessector voor 18 procent (7,1 Gton per jaar) bijdraagt aan de totale emissie van kooldioxide-equivalenten. De helft hiervan komt voor rekening van methaan en distikstofoxide (Steinfeld et al., 2006). Van deze stoffen wordt de bijdrage aan de aardopwarming uitgedrukt in kooldioxide-equivalenten: de emissies worden vermenigvuldigd met de ‘global warming potential’, een factor die is vastgesteld door het IPCC op basis van de fysische eigenschappen van deze broeikasgasen. De kosten van klimaatverandering zijn zeer moeilijk vast te stellen, maar bijvoorbeeld Stern (2006) berekende dat alleen al de kosten van door klimaatverandering veroorzaakt extreem weer in ontwikkelde landen tegen het midden van deze eeuw 0,5 tot 1% van het bruto nationaal product bedragen. Het is dus wel duidelijk dat vleesconsumptie in belangrijke mate bijdraagt aan de opwarming van de aarde en dit gepaard gaat met hoge externe kosten: schadekosten voor derden die niet in de prijs zijn verwerkt.

3.2 Kwantificering

Kool e.a. (2009) richtten zich op de varkensvleessector in vier Europese landen. Zij onderzochten wat de ‘carbon footprint’ is van conventioneel en biologisch varkensvlees. Met carbon footprint bedoelen zij de bijdrage aan klimaatverandering. De term verwijst naar de ecologische voetafdruk: een methode die milieu-invloeden van bepaalde activiteiten vertaalt in een hypothetische hoeveelheid ‘mondiale hectares’ die nodig zijn om die activiteiten uit te voeren. Het gaat dan bijvoorbeeld om land dat nodig is om grondstoffen te leveren of om vervuiling te absorberen.

Kool e.a. (2009) berekenen geen mondiale hectares, maar beperken zich tot een berekening van de emissies aan kooldioxide-equivalenten. Dit doen ze door gebruik te maken van levenscyclusanalyse. Kool e.a. berekenden emissies die plaatsvinden vanaf de productie van grondstoffen (voedergewassen) tot aan het slachthuis. Behalve granen, maïs, zaden, tapioca en erwten krijgen varkens tot ongeveer een kwart aan bijproducten te eten: afval van producten uit de levensmiddelenindustrie. Dit is overigens specifiek voor de Nederlandse situatie; in de meeste andere landen is het gebruik van reststromen lager. De CO₂-emissies die hieraan zijn gerelateerd worden toegerekend aan de hand van de prijzen van het hoofdproduct (bijvoorbeeld suiker) en het bijproduct (bijvoorbeeld melasse). Als het product bijvoorbeeld 20 cent per kg kost en het bijproduct 5 cent, en beide producten in gelijke hoeveelheden worden geproduceerd, wordt 80% van de broeikasgasemissies die plaatsvinden bij de productie toegerekend aan het hoofdproduct en 20% aan het bijproduct (en dus uiteindelijk aan het varkensvlees). Hoewel er alternatieven zijn (bijvoorbeeld allocatie naar relatief gewicht) is deze economische allocatie een algemeen geaccepteerde allocatiemethode bij levenscyclusanalyse.

Kool e.a. modelleren de emissies tot en met het slachthuis. Broeikasgasemissies door transport en koeling tussen het slachthuis en het winkelschap zijn niet meegenomen. Op basis van de transportemissies tussen de boerderij en het slachthuis (ca 1% van het to-

taal; Kool e.a., 2009: p. 42) is de inschatting dat de emissies tot aan de winkel niet veel hoger zijn dan de door Kool e.a. berekende waarden.

Kool e.a. berekenen dat bij de productie van 1 kg vers conventioneel varkensvlees tot en met het slachthuis 3,6 ($\pm 0,4$) kg CO₂-eq. vrijkomen. Voor biologisch vlees is dat 4,3 ($\pm 0,4$) kg CO₂-eq. Hierbij hebben ze nog niet berekend wat het aandeel is van verandering van landgebruik (vooral ontbossing). De emissies die hierdoor optreden zijn respectievelijk 1,8 en 2,3 kg CO₂-eq. (zie Tabel 3.1). In Nederland werd in 2008 1,3 miljoen ton kg varkensvlees geproduceerd (PVE, 2009). Aangenomen dat alle varkensvlees in Nederland conventioneel was geproduceerd, was de totale emissie door varkensvleesproductie in Nederland in 2008 7,0 Tg CO₂-eq. (1Tg=10¹²g=1 miljard kg=1 miljoen ton). Ter vergelijking: de totale emissie in Nederland in 2008 was 210 Tg CO₂-eq. En de gemiddelde emissie per capita was 12,8 ton per jaar (VROM, 2009).

Tabel 3.1 Emissies door productie van 1 kg vers varkensvlees tot en met het slachthuis in kg CO₂-eq.

	Conventioneel	Biologisch
Diervoer	1,4	2,3
Overige	2,2	2,0
Landgebruik en -verandering	1,8	2,3
Totaal	5,4	6,6

3.3 Waardering

Het is erg ingewikkeld om vast te stellen wat de economische schade is van de opwarming van de aarde, omdat de impacts van plaats tot plaats erg verschillen. Sommige streken hebben zelfs baat bij klimaatverandering. Ook zijn de negatieve effecten groter naarmate de gemiddelde temperatuur verder stijgt. De verwachte schade loopt daarom op naarmate de tijd vordert. Tol (2008) heeft een meta-analyse gemaakt van een groot aantal studies die de maatschappelijke kosten van broeikasgassen (in economische termen de *marginale* schadetekosten) proberen te modelleren. Hij concludeert dat de gemiddelde kosten 127\$/tC bedragen (Tol, 2008: Table 1, Fisher-Tippett), en dat er een kans is van 1% dat de kosten 1655\$/tC bedragen. Het gaat hier om Amerikaanse Dollars van 1995; als we die corrigeren voor inflatie² naar 2008 zijn de bedragen respectievelijk 169\$/tC en 2203\$/tC.

169\$ per ton C kunnen we omrekenen naar \$ per ton CO₂ door het bedrag te vermenigvuldigen met het quotiënt van de relatieve massa van C en CO₂: 12/44. Bij een wisselkoers van 0,68 € (gemiddelde wisselkoers van 2008) per \$ is de gemiddelde waarde van de maatschappelijke kosten van CO₂ emissies 0,031€/kgCO₂. De klimaatgerelateerde maatschappelijke kosten van de productie van een kg varkensvlees kunnen we nu bere-

² Prijs 2008=Prijs 1995* GDP-Deflator(2008)/(GDP-Deflator(1995)*PPP(1995)); waarbij GDP-Deflator(1995)=92; GDP-Deflator(2008)=122; PPP(1995)=0.996 (Worldbank, 2010).

kenen door de geproduceerde CO₂-eq uit Tabel 3.1 te vermenigvuldigen met 0,031€/kgCO₂. De resultaten van deze berekening staan in Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Klimaatgerelateerde maatschappelijke kosten van 1 kg vers varkensvlees tot en met het slachthuis in €.

	Conventioneel	Biologisch
Kosten klimaatverandering	0,18	0,22

De gemiddelde consumentenprijs van varkensvlees in 2008 was €6,69. Als de maatschappelijke kosten van klimaatverandering worden opgeteld bij de verkoopprijs van conventioneel varkensvlees wordt de totale prijs €6,87; een stijging van 2,7%.

4. Dierenwelzijn

4.1 Inleiding

Varkenswelzijn in de Nederlandse situatie wordt vooral bepaald door de manier van huisvesten, gebruik van geneesmiddelen en specifieke ingrepen, zoals het couperen van staarten, vijlen of verwijderen van tanden en castratie zonder verdoving. Naast informatie van NGO's als Varkens in Nood geven ook de voorwaarden van de Stichting SKAL, de organisatie in Nederland die toeziet op de naleving van de biologische productievoorwaarden, inzicht in de bestaande welzijnsproblemen bij het houden van varkens (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Voorwaarden voor certificatie door SKAL relevant voor varkenswelzijn (bron: SKAL, 2010).

<ul style="list-style-type: none"> • Varkens kennen geen verplichte weidegang. Wel moeten varkens bewegingsruimten of uitlopen in de open lucht hebben. De uitloop mag verhard zijn en maximaal 75% overdekt. • In de stallen moet ruimschoots daglicht en natuurlijke ventilatie aanwezig zijn. Elk dier moet over voldoende binnenruimte beschikken om het natuurlijke gedrag te kunnen vertonen. Voor de binnenruimte geldt een voorgeschreven minimumoppervlakte: voor een zogende zeug met biggen is dit 7,5 m² per dier, voor biggen tussen 85 en 110 kg 1,3 m² per dier. • Maximaal de helft van het totale vloeroppervlak mag bestaan uit lat- of roosterconstructies. De rest van het vloeroppervlak moet dicht en vlak zijn. • Elk dier moet een schone en droge ligruimte hebben, ingestrooid met voldoende en droog strooisel van een natuurlijk materiaal. • Preventief gebruik van chemisch gesynthetiseerde diergeneesmiddelen en antibiotica is verboden, evenals gebruik van groei- of productiebevorderende stoffen en hormonen. • Alle handelingen met de dieren moet u met zorg voor het welzijn van de dieren uitvoeren. • Ingrepen, zoals het couperen van staarten en tanden knippen zijn verboden. • Castratie van vleesvarkens moet op de meest geschikte leeftijd, onder verdoving en onder verantwoordelijkheid van een dierenarts plaats vinden. • Vastzetten en aanbinden van dieren is verboden. Alleen als het nodig is voor de veiligheid of het welzijn van het dier kan SKAL toestaan dat u individuele dieren gedurende een beperkte tijd aanbindt of vastzet. U moet daarvoor ontheffing aanvragen. • Bij transport van dieren mag u geen gangbare kalmeringsmiddelen gebruiken en is het gebruik van elektronische dwangmiddelen verboden.

4.2 Kwantificering

Het is niet eenvoudig om dierenwelzijn te kwantificeren. In dierenwelzijnswaarderingsstudies worden vaak specifieke ingrepen gekozen die bijdragen aan dierenwelzijn, zoals het vervangen van een legbatterij voor kippen door een vrije-loopstal, of veranderingen in het vervoer- of slachtregime. Een alternatieve methode is dat we het houden van varkens volgens de SKAL-normen (Tabel 4.1) beschouwen als een situatie met een hoog dierenwelzijn en de gangbare varkenshouderij als een situatie met een laag dierenwel-

zijn. Dat is enigszins arbitrair, omdat ook de gangbare varkenshouderij aan allerlei dierenwelzijnseisen moet voldoen. Een praktisch probleem is ook dat de normen voor de gangbare varkenshouderij steeds meer opschuiven richting de SKAL-normen, bijvoorbeeld betreffende de minimale ruimte per varken (LNV, 2004). Het verschil tussen beide manieren om varkens te houden wordt dus kleiner. In de volgende paragraaf gaan we dieper in op de kwantificering en de waardering van dierenwelzijn.

4.3 Waardering

Het verschil in prijs tussen biologisch vlees en conventioneel vlees is op zichzelf geen goede maat voor de waardering van dierenwelzijn. Dat komt enerzijds omdat biologisch vlees niet overal verkrijgbaar is (zodat de markt niet optimaal werkt) en anderzijds omdat de visie mensen die geen biologisch vlees kopen, omdat zij bijvoorbeeld te arm zijn of vegetariër, niet verwerkt zit in de prijs. Dit zijn de zogenaamde *non-use values*. Daarom zijn we afhankelijk van *stated preference*-methoden om de *willingness to pay* (WTP) voor dierenwelzijn vast te stellen. De WTP wordt hierbij vastgesteld door een groot aantal mensen een enquête te laten invullen met gerichte vragen over wat zij overhebben om bepaalde doelen te behalen.

In de literatuur zijn verscheidene studies te vinden die met *stated preference*-methoden de WTP voor varkenswelzijn proberen vast te stellen. Benett en Blaney (2002) richten zich uitsluitend op de slachtpraktijk. Ze zijn erg sceptisch over de betekenis van hun gevonden WTP, omdat de uitkomst erg afhankelijk bleek van de hoeveelheid informatie die de deelnemers aan de enquête kregen. Nocella e.a. (2010) onderzochten de WTP voor diervriendelijk gecertificeerde producten in verschillende Europese landen. Zij vonden dat huishoudens (2,7 personen) ongeveer €10 meer zouden willen betalen voor hun wekelijkse huishoudelijke boodschappen als de producten een certificaat voor dierenwelzijn zouden hebben (€3,70 per persoon). In het artikel beschrijven ze echter niet wat het wekelijkse budget precies is, zodat het moeilijk is te bepalen welk aandeel varkensvlees zou innemen van de genoemde €10. Ter vergelijking: de kosten voor levensmiddelen zijn in Nederland ongeveer €35 per persoon per week (Nibud, 2010).

Burgess e.a. (2003) onderzochten de WTP van een verdubbeling van de leefruimte van varkens, verbetering van de roosters en het toevoegen van strooisel in Noord-Ierland. Uit hun studie bleek dat de individuele wekelijkse WTP £2,10 bedraagt (ongeveer €3 in 2003). Als Noord-Ieren, net als Nederlanders ongeveer 400 g varkensvlees per week zouden eten (PVE, 2009), zou dit neerkomen op €7,50 (!) per kg varkensvlees.

Chilton e.a. (2006) rekenen de resultaten van Burgess e.a. om naar de WTP per varken en constateren dat het vreemd is dat in de studie van Burgess e.a. het welzijn van individuele koeien en varkens blijkbaar een factor 10 à 60 meer waard is dan van kippen. Dat is niet consistent met eerdere studies waar het verschil veel kleiner was. Ze concluderen daaruit dat er mogelijk een methodologisch probleem is bij de vaststelling van de WTP in de studie van Burgess e.a.

Meuwissen e.a. (2007) berekenden dat Nederlandse consumenten een WTP hebben van €2,90 tot €5,90 per kg als *al* hun zorgen over de varkenssector zouden zijn opgelost. De verschillende WTP's gelden voor verschillende sociologische consumentengroepen.

Een algemeen probleem van *stated preference*-methoden is dat respondenten gewoonlijk erg weinig kennis hebben over dierenwelzijn. Daardoor is het vaak niet zo duidelijk wát ze precies waarderen (McInerney, 2004). De resultaten hebben volgens hem alleen betekenis als ze worden beschouwd in relatie tot het bestaande prijsverschil tussen conventioneel en biologisch vlees. McInerney noemt een toename van 10% of meer van het budget voor voeding, een veelvoorkomende uitkomst van dierenwelzijn-WTP-studies (zoals ook in de hierboven geciteerde studies) niet erg realistisch tegen deze achtergrond.

De vraag is nu hoe we kunnen vaststellen wat de WTP voor varkenswelzijn zou moeten zijn. Een richtgetal is in ieder geval het verschil tussen biologisch en conventioneel varkensvlees. Daaraan zijn twee nadelen verbonden. Het eerste is dat consumenten de meerwaarde van biologisch vlees niet alleen betalen vanwege dierenwelzijn, maar ook vanwege culturele of milieuwaarden. Dit zou leiden tot een *overschatting* van de WTP op basis van het prijsverschil. Het tweede nadeel is dat de *non-use values* niet zijn meegenomen in de WTP. Dit leidt tot een *onderschatting* van de WTP. Met de bovengrens van 10% van het budget voor levensmiddelen die McInerney (2004) noemt is de bovengrens van de WTP voor dierenwelzijn ongeveer €3,50 per persoon per week. Ongeveer de helft van de vleesconsumptie in Nederland betreft varkensvlees: de maximale WTP is dan €1,75/0,4 kg = €4,60.

In 2005 was de consumentenprijs voor conventioneel varkensvlees €6,38 en voor biologisch vlees €8,00 per kg (Blonk e.a. 2007): een verschil van €1,62 ofwel 25%. Als hetzelfde percentage gold in 2008 zou het prijsverschil €1,67 zijn. De Boer e.a. (2007; 2009) onderzochten de motivaties van consumenten om scharrelvlees te kopen. Zij concluderen dat een diervriendelijke houding sterker met het kopen van scharrelvlees samenhangt dan een maatstaf voor het belang dat men in het algemeen aan voeding toekent (p. 993). Aangenomen dat consumenten dierenwelzijn voor 2/3 laten meewegen³ in hun overwegingen bij het kopen van biologisch vlees ligt de WTP voor varkenswelzijn als gedefinieerd door SKAL ergens tussen de €1,10 (2/3 maal €1,67) en €4,60. De ‘echte’ prijs van conventioneel varkensvlees is dan tussen €1,10 en €4,60 hoger dan de consumentenprijs en die van biologisch vlees tussen €0 en €3,50 (€4,60 min €1,10) vanwege dierenwelzijn (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Dierenwelzijn gerelateerde maatschappelijke kosten van 1 kg vers varkensvlees tot en met het slachthuis in €.

	Conventioneel	Biologisch
Kosten dierenwelzijn	1,10 – 4,60	0 – 3,50

³ Dit lijkt een conservatieve schatting. In maart 2010 zijn de drie *scharrelvlees*producten die Albert Heijn verkoopt (karbonade, filetlapjes en schouderkarbonade) tussen 25 en 27% duurder dan hun conventionele equivalenten. Scharrelvlees is diervriendelijk, maar het voer van de varkens is niet biologisch geteeld. Het biologisch vlees van Albert Heijn is weer duurder dan scharrelvlees (dus meer dan de 25% duurder dan conventioneel vlees die Blonk e.a. (2007) meldden over 2005).

5. Biodiversiteit

5.1 Inleiding

Biodiversiteit is volgens de Verklaring van Rio (CBD, 2010): ‘de variabiliteit van levende organismen [...] en de ecologische systemen waarvan zij onderdeel uitmaken; het gaat hierbij om diversiteit binnen soorten (genetisch diversiteit), tussen soorten (soortenrijkdom) en van ecosystemen (ecosysteem- of habitatdiversiteit)’. De gevolgen van een afname van biodiversiteit zijn enerzijds het verlies van ecosysteemfuncties en anderzijds de afname van de veerkracht van ecosystemen. Omdat mensen deel uitmaken van ecosystemen zijn ecosysteemfuncties ook diensten voor mensen (Ott et al., 2008; Costanza et al., 1997). Voorbeelden zijn gebruiksfuncties als het leveren van schoon water en vruchtbare grond, maar er zijn ook bijvoorbeeld recreatieve en informatiefuncties.

Er zijn verschillende verbanden tussen biodiversiteit en varkensvleesconsumptie, zoals:

1. Voor de teelt van diervoedergewassen zoals soja, worden regenwouden gekapt. Deze regenwouden zijn de kraamkamer van de biodiversiteit;
2. Emissies van ammoniak door veehouderijen leiden tot vermesting en verzuring van de natuur, met een afname van terrestrische en aquatische biodiversiteit als gevolg;
3. Bij de teelt van biologische diervoedergewassen wordt geen gebruik gemaakt van synthetische gewasbeschermingsmiddelen. Onder andere doordat ook akkerranden niet bespoten worden is er sprake van een toename van de biodiversiteit in gebieden met biologische akker- en tuinbouw.

Ammoniakemissie leidt tot onbedoelde bemesting van ecosystemen die daar niet tegen kunnen en wordt daarom beschouwd als een van de drie grootste bedreigingen van de biodiversiteit (Townsend & Howarth, 2010). Dit betreft zowel via de lucht terrestrische systemen, als via afstromend water aquatische ecosystemen (Erisman et al., 2008).

Hieronder bespreken we een aantal studies die bovenstaande verbanden hebben gekwantificeerd.

5.2 Kwantificering

Kool e.a. (2009) geven aan dat voor conventionele varkensteelt diervoeder wordt gebruikt dat voor 12,5% bestaat uit sojameel uit Zuid-Amerika (p.73)⁴. Sojameel is een product dat overblijft na extractie van soja olie uit sojabonen. Er is 2,7 kg voeder nodig om 1 kg vlees te produceren (Tabel 4.3) en de fractie sojameel daarvan is dus 0,34 kg. In Brazilië is de opbrengst aan sojabonen per hectare ongeveer 2800kg (Verweij e.a., 2009; Tabel 8.1). Voor de productie van 1 kg varkensvlees is dus $1,5 \cdot 10^{-4}$ ha nodig, waarbij is aangenomen dat 80% van de soja wordt gebruikt om meel of *expeller* te maken (Kool e.a. 2009, Tabel 2.2). Expeller is een product dat overblijft na mechanische verwijdering (persing) van de sojaolie. Expeller wordt gebruikt in biologisch veevoer.

⁴ Blonk e.a. noemen in deze tabel Argentinië, maar Argentijnse soja is grotendeels genetisch gemodificeerd en wordt niet in Nederland geïmporteerd. Hier wordt ervan uitgegaan dat de soja uit Brazilië komt.

Volgens de Emissieregistratie (2010) was de emissie van ammoniak door varkenshouderijen in 2008 30970 ton. We hebben hier aangenomen dat de emissie door conventionele en biologische varkenshouderijen gelijk is per kg vlees.

We hebben niet expliciet gezocht naar de hoeveelheid akker- en tuinbouwgrond voor de productie van biologisch diervoeder, omdat de daarmee geassocieerde toename van biodiversiteit zeer moeilijk te kwantificeren en te waarderen is.

5.3 Waardering

De waarde van biodiversiteit kan worden uitgedrukt in (Ott et al., 2008):

- De gebruikswaarden en *non-use*-waarden die zijn gerelateerd aan het verlies van ecosysteem diensten;
- De waarden die zijn gerelateerd aan de afname van de veerkracht van ecosystemen.

Verweij e.a. (2009) rekenden uit dat WTP voor ecosystemendiensten van tropisch regenwoud tussen €485 en €1100 per hectare per jaar bedraagt (exclusief opslag van kooldioxide). Daarbij hielden zij rekening met hydrologische diensten, het vasthouden van nutriënten, klimaatregulatie, productie van hout en andere producten uit het bos, bestuiving, recreatie, toerisme en *non-use* waarden. Als gesteld wordt dat ongeveer 30%⁵ van soja wordt geteeld in het Amazonegebied, dan is de WTP voor het behoud van het tropisch regenwoud bij een discontovoet van 10% en een tijdsperiode van 20 jaar tussen de €0,30 en €0,56 per kg conventioneel varkensvlees. Overigens zit in biologisch varkensvoer volgens Kool e.a. (2009) ook soja in de vorm van *expeller* (7,5%). Met dezelfde rekensom als hierboven is de WTP voor biologisch varkensvlees tussen de €0,24 en €0,44 per kg, waarbij de aanname van Kool e.a. (2009) is gevolgd dat bij biologische teelt de opbrengst 30% lager is dan bij conventionele teelt (p. 21).

Bovenstaande kosten gelden alleen voor het aandeel soja in het diervoeder dat wordt geteeld in gebieden waar tropische regenwouden voorkwamen. Alle andere effecten op de biodiversiteit zijn hier niet gewaardeerd.

Ott et al. (2008) berekenden de WTP voor onder andere ammoniakemissies. Zij doen dit aan de hand van de restauratiekosten: de kosten die nodig zijn om beschadigde natuur weer te herstellen, dat wil zeggen de kosten die gemoeid zijn bij het herstellen van de oorspronkelijke ecosystemendiensten op de goedkoopste wijze. De *non-use* waarden zitten hier dus niet in, dus verlies van soorten en biodiversiteit ook niet. Voor Nederland berekenen zij de restauratiekosten voor ammoniakemissies op €3,14 per kg (2004). Omgerekend per kg vlees is dat (bij een productie van 1,306 miljard kg karkasgewicht in 2008, waarbij de consumptie de helft is van het karkasgewicht; PVE, 2009) €0,14.

Concluderend kunnen we stellen dat voor conventioneel varkensvlees de externe kosten gerelateerd aan biodiversiteit (exclusief effecten op klimaatverandering) geschat worden

⁵ Dit is een heel ruwe schatting. De Amazoniastaten in Brazilië leveren ongeveer een derde van de sojaproductie. De jaarlijkse groei bedroeg 14.1% tussen 1990 en 2005. Er wordt betrekkelijk weinig regenwoud direct gekapt voor sojateelt, maar sojateelt is een indirecte veroorzaker van ontbossing, omdat sojaboeren het land van veehouders opkopen. De veehouders ontginnen vervolgens het regenwoud (Verweij et al., 2009).

op ten minste €0,44 per kg. Daarbij zijn allerlei effecten op de biodiversiteit, zoals de productie van niet-sojaproducten in het voer, nog niet meegenomen. Voor biologisch varkensvlees is dit bedrag ten minste €0,06 per kg lager; hier zijn mogelijke positieve effecten op de biodiversiteit (ook) niet meegenomen (Tabel 5.1).

Tabel 5.1 Biodiversiteit gerelateerde maatschappelijke kosten van 1 kg vers varkensvlees tot en met het slachthuis in €.

	Conventioneel	Biologisch
Kosten biodiversiteit	>0,44	> ≈0,38

6. Dierziektes

6.1 Inleiding

De maatschappelijke kosten van vleesconsumptie die niet in de prijs van vlees zijn verwerkt omvatten enerzijds voedselvergiftigingen (gewoonlijk van microbiële oorsprong) en anderzijds gezondheidsaspecten die te maken hebben met de productiekant. Grote uitbraken worden in de EU centraal bijgehouden (EFSA, 2010). De eerste aspecten komen hier niet aan de orde (zie bijvoorbeeld Raney e.a., 2009: p. 79). De laatste aspecten hebben vaak te maken met zoönoses. Dit zijn dierziektes die ook op de mens kunnen worden overgedragen. Ziekteverwekkers zijn gewoonlijk soortspecifiek, maar blijven zich veranderen. Zo kunnen voor mensen nieuwe ziektes ontstaan die bij dieren al voorkwamen, zoals AIDS, SARS en Q-koorts, of nieuwe varianten, zoals bij griep.

Maatschappelijke kosten van zoönoses kunnen worden onderverdeeld in 1) economische verliezen in de sector (bijvoorbeeld door het ruimen van dieren), die door de sector(en) en de belastingbetaler worden gedragen, 2) gezondheidskosten van werknemers en 3) effecten op de (wereldwijde) volksgezondheid (niet per se consumenten van vleesproducten). De literatuur is nogal divers en geeft vaak niet gedetailleerd weer wat wel en niet in de schattingen is meegenomen. Ook is de bijdrage, uitgesmeerd over een lange periode en een groot aantal geproduceerde tonnen vlees, vaak een laag bedrag per kg vlees. De grote bedragen zitten vooral in aspect 3, maar die zijn lastig te kwantificeren. Gegevens over recente uitbraken omvatten vooral het economische aspect 1. Aspect 2 is in geld minder belangrijk.

6.2 Kwantificering

Varkens nemen een bijzondere positie in bij zoönoses, doordat ze regelmatig en gemakkelijk kunnen fungeren als doorgeefluik van ziektes die oorspronkelijk specifiek waren voor vogels, die zich via varkens (als zoogdieren) aan de mens als gastheer kunnen aanpassen.

6.2.1 Influenza (griep)

Bij het griepvirus is het zo dat de stammen waar vogels ziek van worden weinig pathogene effecten bij zoogdieren veroorzaken en omgekeerd. Toch hebben deze soortspecifieke virussen zo'n grote uitwisseling van genetisch materiaal, dat er jaarlijks nieuwe humane griepvirusvarianten ontstaan met elementen uit vogelgriep en varkensgriep. Varkens zijn daarbij het doorgeefluik, niet alleen wat betreft geschiktheid, maar ook omdat ze (met name in Zuidoost Azië) in steeds grotere aantallen voorkomen samen met grote aantallen pluimvee en mensen (Pilcher, 2004). Gevolg daarvan is dat vogelgriepvirussen, varkensgriepvirussen en humane griepvirussen in steeds hogere frequentie zullen leiden tot epidemieën onder dieren zowel als mensen. Pluimvee- en varkensboerderijen moeten daarom ruimtelijk worden gescheiden, zowel van elkaar, als van grote mensenconcentraties in urbane gebieden (Raney et al., 2009: p. 86). In Nederland was in 2003 een grote uitbraak van vogelgriep onder pluimvee in de Gelderse Vallei en Limburg,

waarbij uiteindelijk 30 miljoen stuks pluimvee (inclusief hobbydieren) werd geruimd. Bij onderzoek naar de verspreiding werd gesuggereerd dat vaccinatie van het pluimvee of reductie van de dichtheid nodig is om de kans op herhaling van een epidemie van deze omvang te verminderen (Stegeman e.a., 2004). De directe kosten bedroegen bijna 300 miljoen Euro, maar de schade door leegstaande hokken en omzetverlies werden geschat op 500 miljoen Euro (Boon, 2006). Het aantal menselijke slachtoffers was beperkt.

6.2.2 Antibiotica resistentie

MRSA (methicilline resistente *Staphylococcus aureus*) staat bekend als “de ziekenhuisbacterie”, omdat hij daar veel voorkomt. Resistentie van bacteriën tegen antibiotica ontstaat echter vooral op de boerderij (Johnson e.a., 2009), door standaard aan het voer toevoegen van antibiotica ook als dieren niet ziek zijn (omdat ze dan sneller groeien) en therapeutisch gebruik. Sinds 2006 verbieden EU-regels het gebruik als groeibevorderaar, maar in 2007 steeg de verkoop van antibiotica in Nederland voor therapeutisch gebruik in de veehouderij naar 590 ton (Wentzel, 2008).

Een citaat (Redactie Resource, 2010): “In vergelijking met andere Europese landen waarvan veterinaire verbruikscijfers bekend zijn, is het antibioticagebruik per dier in Nederland het hoogst. Het gebruik van antibiotica in de Nederlandse varkens- en kippenhouderij is vijf keer zo hoog als in de humane gezondheidszorg in Nederland. Het gebruik bij melkvee is even hoog als bij mensen. Het gebruik wordt uitgedrukt in dagdoseringen per dierjaar. Een Nederlandse melkkoe ontving in 2007 gemiddeld bijna zes keer per jaar een dosering antibiotica, vleesvarkens ruim zestien keer, zeugen en biggen ruim 22 keer, en vleeskuikens 33 keer per jaar per jaar. Vooral het gebruik bij vleeskuikens nam tussen 2004 en 2007 sterk toe: van 19 naar 33 dagdoseringen, aldus het LEI in het rapport Antibioticagebruik op melkvee-, varkens- en pluimveebedrijven uit februari 2009. Ook bij vleesvarkens nam het gebruik toe.” Het beschreven LEI-rapport is van Bondt e.a. (2009).

6.3 Waardering

Mond en klauwzeer (MKZ) betreft zowel rundvee, schapen, geiten als varkens. Hiervan was in 2001 een grote uitbraak in Nederland, waarvan de directe kosten aan de sector op 374 miljoen Euro zijn geschat (Backer et al., 2009: p. 154), en bijvoorbeeld de schade voor de toeristenindustrie op 275 miljoen Euro (Backer et al., 2009: p. 32). Het aandeel van de varkenssector hierin hebben we niet becijferd.

De klassieke varkenspest in 1997-98 in Nederland was destijds de grootste en duurste epidemie in de EU, en er werden bijna 11 miljoen varkens geruimd (Dijkhuizen, 1999). De directe kosten werden geraamd op DFL 4,68 miljard (€2,76 miljard in 2008 na inflatiecorrectie), waarvan 37% gedragen werd door de EU, 10% door de Nederlandse overheid, 28% door de boeren en 25% door de rest van de aanverwante industrie (Meuwissen e.a., 1999). In 1998 werd volgens het CBS 1,7 miljard kg (karkasgewicht) varkensvlees geproduceerd; het totaalbedrag komt dus op 3,22 €/kg vlees (de consumptie is de helft van het karkasgewicht; PVE, 2009). Als we dit aannemen als een gemiddeld verlies per 10 jaar over alle dierziekten en crisesgroottes, dan komt dit neer op 0,32 €/kg.

De kosten van de toenemende kans op *humane* griepiepidemieën (Gibbs & Soares, 2005) zijn hoog, maar moeilijk te schatten. Voor de USA is de economische schade van een pandemie ooit geschat op 100-200 miljard dollar (McLeod et al., 2005). Het gaat echter alleen om de *toename van de kans*. Het aandeel van varkens in deze kosten is nog lastiger te isoleren, maar hun centrale rol is evident.

Antibioticaresistentie is een groot en wereldwijd probleem, maar waardering in geld en inschatting van het deel veroorzaakt door de Nederlandse varkensvleesproductie is niet eenvoudig en is daarom niet door ons gedaan. Hier gaat het alleen om de *toename van de snelheid dat resistentie ontstaat*.

Door gebrek aan literatuur en binnen de beperkte omvang van het onderhavige project is in dit hoofdstuk een ruwe schatting gemaakt van 0,32 €/kg vlees als de kosten van varkensziektes in Nederland. Omdat we mondiale problemen met antibioticaresistentie en griepiepidemieën niet hebben kunnen kwantificeren en waarderen betreft dit waarschijnlijk een conservatieve schatting. Overigens zal de bijdrage aan de laatste twee categorieën door de biologische varkenshouderijen veel kleiner zijn, omdat zij veel minder antibiotica gebruiken en kleinschaliger werken.

Tabel 6.1 Dierziektes gerelateerde maatschappelijke kosten van 1 kg vers varkensvlees tot en met het slachthuis in €.

	Conventioneel	Biologisch
Kosten dierziektes	>>0,32	> 0,32

7. Subsidies

De varkenssector ontvangt net als vele andere sectoren subsidies van de overheid. Een snelle survey geeft de volgende regelingen (sommige gelden niet alleen voor varkenshouderijen):

- Investeringsregeling biologische varkenshouderij (vervallen in 2007);
- Investeringsregeling integraal duurzame stallen (totaal € 3,5 mln, 2010);
- Varkens in zicht / Stap in de stal (eenmalig €100.000, 2007);
- Regeling Gecombineerde Luchtwassystemen (€ 5 mln in 2008);
- Subsidie voor bedrijfsadviesing aan bedrijven met liquiditeitsproblemen (LNV);
- Samenwerking bij innovatieprojecten (LNV);
- Overheidsbijdrage aan de destructie van kadavers (€ 15 mln per jaar tot 2010).

Het is vaak erg ingewikkeld om te bepalen wat de doorwerking is van subsidies in het uiteindelijke product. In dit geval moeten we ons richten op de subsidiestromen die vermoedelijk de meeste invloed hebben. Er werd in 2008 1,3 miljard kilo varkensvlees geproduceerd (PVE, 2009). Zelfs een subsidie van € 13 miljoen per jaar voor de varkenssector, wat een hoge schatting lijkt gezien de bovenstaande opsomming, betekent maar 2 cent ($13 \text{ mln} / 1,3 \text{ mld} = 1 \text{ cent}$ gedeeld door 0,5, want de consumptie is de helft van het karkasgewicht; PVE, 2009) subsidie per kg vlees (op een consumentenprijs van € 6,69).

8. Conclusies en discussie

In deze studie is een eerste aanzet gemaakt om de externaliteiten van varkensvlees te kwantificeren in de categorieën klimaatverandering, dierenwelzijn, biodiversiteit en dierziektes. Diverse studies hebben met uiteenlopende methodes de betreffende externaliteiten berekend. In sommige gevallen gaat het om de directe maatschappelijke kosten, soms om de kosten van schade herstel, en in andere gevallen gaat het om *stated preference* methoden die werken met enquêtes. In lang niet alle gevallen zijn bij deze studies alle externaliteiten meegenomen. Vooral de niet-gebruiksfuncties, functies die niet gerelateerd zijn aan het nut, zoals bestaanswaarden en de waarde die men toekent aan het nut dat toekomstige generaties eraan kunnen toekennen, worden door veel studies genegeerd. Dit leidt daarom tot een onderschatting van de externaliteiten. Aan de andere kant zijn door ons en door de onderliggende studies noodgedwongen behoorlijk ruwe aannames gemaakt. De onzekerheidsmarge in een aantal van de genoemde bedragen is daarvoor groot.

Tabel 8.1 geeft een overzicht van alle externe kosten die in dit rapport zijn weergegeven. De totale externe kosten voor conventioneel varkensvlees worden geraamd op minimaal €2,06 per kg op een gemiddelde consumentenprijs van €6,69 (PVE, 2009), ofwel 31%. Hierbij is dierenwelzijn de belangrijkste factor, gevolgd door biodiversiteit, dierziektes en klimaatverandering. Subsidies lijken een verwaarloosbaar kleine rol te spelen.

Voor biologisch varkensvlees zijn de externe kosten naar schatting minimaal €0,94. De gemiddelde consumentenprijs van biologisch vlees was in 2005 een kwart hoger dan die van conventioneel vlees. Voor 2008 zou die prijs dus €8,36 zijn en de externe kosten dus minimaal 11% van de consumentenprijs. Biodiversiteit, dierziektes en klimaatverandering zijn hierbij de belangrijkste factoren.

Voor de schattingen van zowel conventioneel en biologisch varkensvlees, zijn de niet-gebruiksfuncties van dierenwelzijn niet meegenomen in de bepaling van de externe kosten. Volgens sommige studies zou juist dit effect een belangrijk aandeel hebben in de totale externe kosten.

Tabel 8.1 Externe kosten en subsidies van 1 kg vers varkensvlees tot en met het slachthuis in € (prijspeil 2008).

	Conventioneel	Biologisch
Kosten klimaatverandering	0,18	0,22
Kosten dierenwelzijn	1,10 – 4,60	0 – 3,50
Kosten biodiversiteit	>0,44	> ≈0,38
Kosten dierziektes	>>0,32	>0,32
Subsidies	<0,02	<0,02
Totaal	>2,06	>0,94

Hoewel ook de ondergrens van de berekende externaliteiten enigszins onzeker is, betreft het totaal een conservatieve schatting (zie ook Tabel 8.2). Dit geldt vooral het aspect dierziektes, maar ook bij dierenwelzijn, biodiversiteit en in mindere mate bij klimaatverandering is nog nader onderzoek nodig om beter zicht te krijgen op de externaliteiten van varkensvlees. De totale jaarlijkse maatschappelijke kosten van in Nederland geslachte varkens bedroegen in 2008 minimaal €1,3 miljard per jaar, ofwel rond €80 per Nederlander. Dit is berekend door de totale kosten uit Tabel 8.1 te vermenigvuldigen met de productie uit 2008 gedeeld door 2 (vleesproductie is de helft van het karkasgewicht).

*Tabel 8.2 Lijst van externaliteiten die **niet** zijn meegenomen bij de berekeningen in Tabel 8.1 (niet volledig).*

Algemeen	Klimaat	Dierenwelzijn	Biodiversiteit	Dierziektes
-Verdroging	-CO ₂ -emissies koeling en transport na slachthuis	-Niet-gebruikswaarden	-Andere effecten dan die door sojateelt in Brazilië en de gebruikswaarden gerelateerd aan ammoniak-emissies	-Kosten gereleerd aan antibiotica-resistentie en griep
-Watervervuiling			-Baten van biologische teelt voedergewassen, zoals akkerrandenbeheer	
-Gezondheidsschade veehouders en consumenten				

Een methode om de externaliteiten te internaliseren – dat wil zeggen in de prijzen op te nemen – is de invoering van een pigoubelasting of pigouvianse belasting (Tietenberg, 2006). Zo'n belasting zou het falen van de markt door externaliteiten corrigeren. Het tarief van de pigoubelasting zou voor conventioneel varkensvlees gemiddeld minimaal €2,06 moeten bedragen, dat is 31% van de consumentenprijs. Een verhoging van het BTW-tarief van 6% naar 19% – voorgesteld door VROM-topambtenaar Bernard ten Haar voor de Studiecommissie Belastingstelsel (Douwes, 2010) – is in ieder geval onvoldoende om alle externe kosten te internaliseren.

Referenties

- Backer, J., Bergevoet, R. H. M., Hagenaars, T., Bondt, N., Nodelijk, G. & van Wagenberg, C., et al. (2009). *Vaccination against Foot-and-Mouth Disease: Differentiating strategies and their epidemiological and economic consequences*. (Rep. No. 2009-042). Wageningen: LEI.
- Bennett, Richard M. & Blaney, Ralph J.P. (2002). Social Consensus, Moral Intensity and Willingness to Pay to Address a Farm Animal Welfare Issue, *Journal of Economic Psychology*, 23, 501–520.
- Blonk, Hans, Alvarado, Carmen & De Schryver, An (2007). *Milieuanalyse Vleesproducten*, Pré Consultants, Blonk Milieu Advies, Amersfoort / Gouda, 36 pp.
- Boer, Joop de, Hoogland, Carolien T. & Boersema, Jan J. (2007). Towards more sustainable food choices: Value priorities and motivational orientations, *Food Quality and Preference*, 18, 985–996.
- Boer, J. de, Boersema, J. J., & Aiking, H. (2009). Consumers' motivational associations favoring free-range meat or less meat. *Ecological Economics*, 68, 850-860.
- Bondt, N., Puister, L. F., & Bergevoet, R. H. M. (2009). *Antibiotica gebruik op melkvee-, varkens- en pluimveebedrijven in Nederland: Gebruik in 2007 in vergelijking met voorgaande jaren*, (Rep. No. 2009-015). Wageningen: LEI.
- Boon, A. (2006). *Schade vogelgriep niet te voorspellen*. <http://www.refdag.nl/artikel/1250593/Schade+vogelgriep+niet+te+voorspellen.html>.
- Burgess, D.E., Hutchinson, W.G., McCallion, T. & Scarpa, R., (2003). *Investigating choice rationality in stated preference methods for enhanced farm animal welfare*, CSERGE Environmental Change and Management Working Paper ECM 03-02, CSERGE, University of East Anglia.
- CBD (2010). *Convention on Biological Diversity*. <http://www.cbd.int/>.
- Chilton, Susan M., Burgess, Diane & Hutchinson, W. George (2006). The relative value of farm animal welfare, *Ecological Economics*, 59, 353-363.
- Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R. S., Farber, S., Grasso, M. & Hannon, B., et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260.
- Douwes, Douwe (2009). 'Verhoog aandeel ecotaks in belasting', *de Volkskrant*, http://www.volkskrant.nl/binnenland/article1335683.ece/Verhoog_aandeel_ecotaks_in_belasting, geraadpleegd op 26 maart 2010.
- Dijkhuizen, A. A. (1999). The 1997-1998 outbreak of classical swine fever in The Netherlands. *Preventive Veterinary Medicine*, 42, 135-137.
- EFSA (2010). The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and food-borne outbreaks in the European Union in 2008. *The EFSA Journal*, 1496, 1-288.
- Emissieregistratie (2010). *Ammoniak Landbouw*. <http://www.emissieregistratie.nl>, geraadpleegd op 17 maart.
- Erismann, J. W., Sutton, M. A., Galloway, J., Klimont, Z., & Winiwarter, W. (2008). How a century of ammonia synthesis changed the world. *Nature Geoscience*, 1, 636-639.
- Friedrich, R., Bickel, P. & Krewitt W. (eds). (1998). *External Costs of Transport*. Stuttgart: Institute of Energy Economics and the Rational Use of Energy (IER).
- Gibbs, W. W., & Soares, C. (2005). Preparing for a Pandemic. *Scientific American*, 293, 44-54.

- Johnson, J., McCabe, J., White, D., Johnston, B., Kuskowski, M., & McDermott, P. (2009). Molecular Analysis of *Escherichia coli* from Retail Meats (2002-2004) from the United States National Antimicrobial Resistance Monitoring System. *Clinical Infectious Diseases*, 49, 195-201.
- Kool, A., Blonk, H., Ponsioen, T., Sukkel, W., Vermeer, H., de Vries, J. & Hoste, R. (2009). *Carbon footprints of conventional and organic pork: Assessments of typical production systems in the Netherlands, Denmark, England and Germany*. Blonk Milieu Advies BV, Gouda, The Netherlands.
- LNE (2007). *Milieubaten of milieuschadetekosten - waarderingsstudies in Vlaanderen*. Departement Leefmilieu, Natuur en Energie. 107 pp, <http://publicaties.vlaanderen.be/ebweb/do/publicatieSessionFacade/publicatieEenvoudigeDetailAction/raadplegen?method=raadplegen&id=17714>.
- LVN (2004). *Aanpassingen welzijnseisen varkens 2004*. Nieuwsbrief Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, http://www.hetInVloket.nl/portal/page?_pageid=122,1780509&_dad=portal&_schema=PORTAL&p_file_id=18827.
- McInerney, John (2004). *Animal welfare, economics and policy*. Report on a study undertaken for the Farm & Animal Health Economic Division of Defra, London: DEFRA.
- McLeod, A., Morgan, N., Prakash, A., & Hinrichs, J. (2005). *Economic and social impacts of avian influenza Rome, Italy*: FAO.
- Meuwissen, M. P. M., Horst, S. H., Huirne, R. B. M., & Dijkhuizen, A. A. (1999). A model to estimate the financial consequences of classical swine fever outbreaks: principles and outcomes. *Preventive Veterinary Medicine*, 42, 249-270.
- Meuwissen, M.P.M., I.A. Van Der Lans & R.B.M. Huirne (2007). Consumer preferences for pork supply chain attributes, *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 54(3): 293-312.
- Nibud (2010). *Wat geeft u uit aan eten en drinken?* Nibud, <http://www.nibud.nl/uitgaven/wat-kost/voeding.html>, geraadpleegd op 10 maart.
- Nocella, Giuseppe, Hubbard, Lionel & Scarpa, Riccardo (2010). Farm Animal Welfare, Consumer Willingness to Pay, and Trust: Results of a Cross-National Survey, *Applied Economic Perspectives and Policy*, pp. 1-23, doi:10.1093/aep/ppp009.
- Ott, Walter, Martin Baur, Yvonne Kaufmann, Rolf Frischknecht and Roland Steiner (2008). *Assessment of Biodiversity Losses*, Deliverable D.4.2.- RS 1b/WP4, New Energy Externalities Developments for Sustainability (NEEDS).
- Pilcher, H. (2004). Increasing virulence of bird flu threatens mammals. *Nature*, 430, 4.
- PVE (2009). *Kengetallen Vee, Vlees en eieren, Productschappen Vee, Vlees en Eieren*, Zoetermeer.
- Raney, T., Gerosa, S., Khwaja, Y., Skoet, J., Steinfeld, H. & McLeod, A., et al. (2009). *The state of food and agriculture 2009: Livestock in the balance*. Rome, Italy: FAO.
- Redactie Resource (2010). *Antibiotica goedkope oplossing voor slecht voer*. <http://resource.wur.nl/organisatie/detail/antibiotica-goedkope-oplossing-voor-slecht-voer/>.
- SKAL (2010). *Informatieblad Veehouderij*, Stichting SKAL, Zwolle, <http://www.skala.nl/Portals/0/Nederlands/PDF/Infoblad-veehouderij.pdf>.
- Stegeman, A., Bouma, A., Elbers, A. R. W., de Jong, M. M. C., Nodelijk, G. & de Klerk, F., et al. (2004). Avian Influenza A Virus (H7N7) Epidemic in The Netherlands in 2003: Course of the Epidemic and Effectiveness of Control Measures. *The Journal of Infectious Diseases*, 190, 2088-2095.

- Steinfeld, Henning, Gerber, Pierre, Wassenaar, Tom, Castel, Vincent, Rosales, Mauricio & De Haan, Cees (2006). *Livestock's long shadow - Environmental issues and options*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, 390 pp.
- Stern, Nicholas (2006). *Stern Review Report on the Economics of Climate Change*, HM Treasury, Office of Climate Change, London.
- Tietenberg, Tom (2006). *Environmental Economics and Policy* (5th Edition). Pearson Education. Washington DC.
- Tol, Richard S.J. (2008). The Social Cost of Carbon: Trends, Outliers and Catastrophes, *Economics*, 2, 2008-25.
- Townsend, A. R., & Howarth, R. W. (2010). Fixing The Global Nitrogen Problem. *Scientific American*, 302, 64-71.
- Verweij, Pita, Schouten, Marieke, Van Beukering, Pieter, Triana, Jorge, Van der Leeuw, Kim & Hess, Sebastiaan (2009). *Keeping the Amazon forests standing: A matter of values*. WWF, Zeist, The Netherlands.
- VROM (2009). *Fifth Netherlands' National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change*, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, submitted to the UNFCCC, http://unfccc.int/resource/docs/natc/nld_nc5.pdf.
- Wentzel, B. (2008). Ziek van gezonde varkens. *C2W Life Sciences*, 104, 17-19.
- Worldbank (2010). WDI Online, *World Development Indicators*. <http://ddp-ext.worldbank.org>.